

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-132675
(P2000-132675A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 T 7/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62

テーマコード(参考)

4 6 5 K 5 B 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-308182

(22) 出願日 平成10年10月29日 (1998. 10. 29)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 相馬 正宜

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

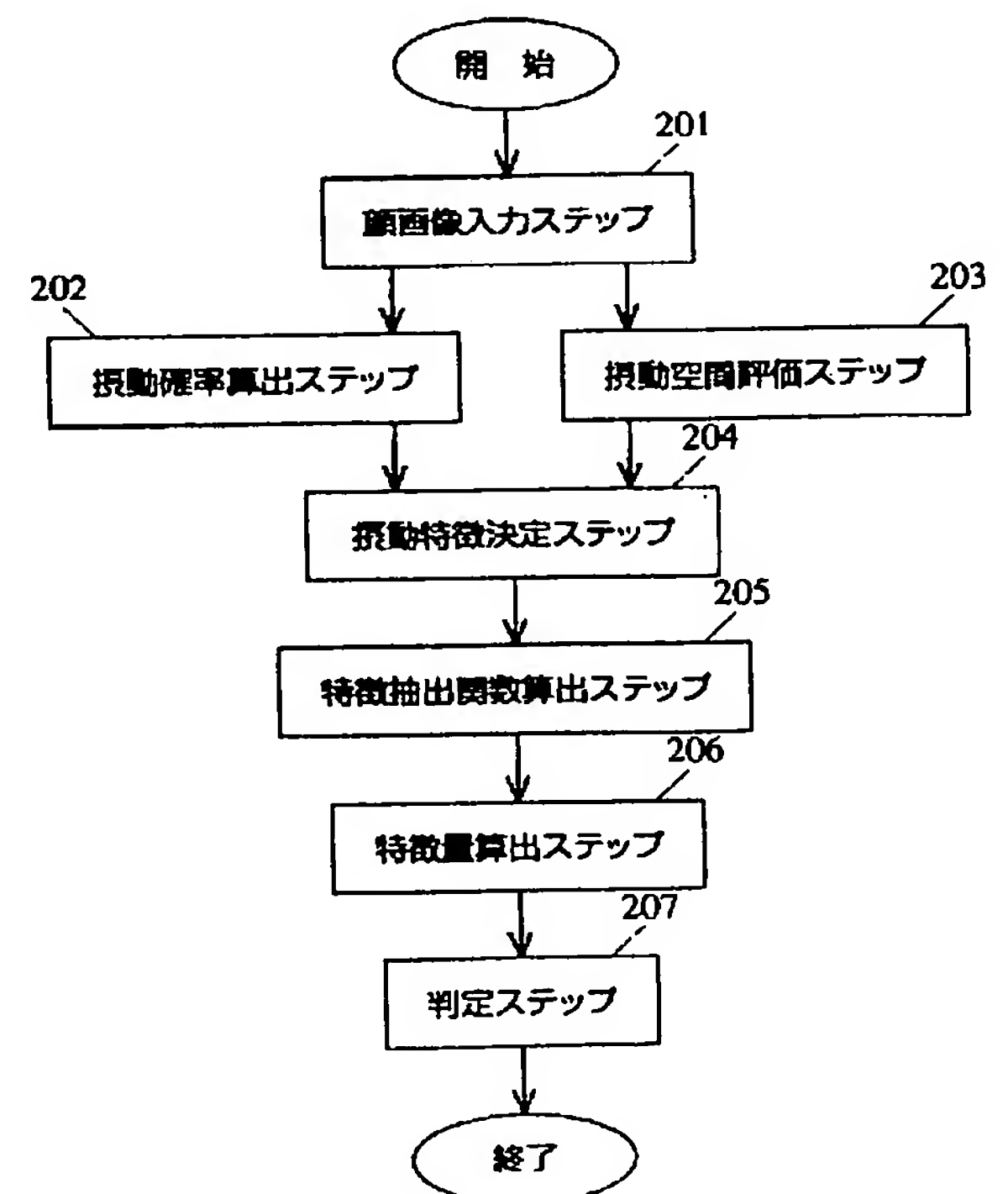
Fターム(参考) 5B043 AA09 BA04 DA05 EA05 GA02

(54) 【発明の名称】 顔識別・照合方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 比較する2つの顔画像が異なった撮影条件や異なった撮影時期に撮影されたものである場合でも安定した識別を行うこととする。

【解決手段】 入力された2枚の顔画像の差の画像と複数タイプの変動を表す共分散行列 Σ_i の主成分によって張られる空間との距離を算出する振動空間評価ステップ202と、入力された2枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出する振動確率算出ステップ203と、算出された2つの距離の和が最も小さいクラスを選択する振動特徴決定ステップ204を設けたものである。ステップ202と203により変動の特徴が入力された2つの画像間の変動を正確に表しているかどうかの尺度の算出法を与えることができ、最適な変動の特徴を選択することを可能になる。従って、多種多様な変動に対して安定な顔識別・照合を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を分類されたクラス毎に予め学習しておく、撮影条件または撮影時期の少なくとも 1 つが異なる 2 枚の顔画像の差からクラスを選択し、前記 2 枚の顔画像から選択されたクラスの画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うことを特徴とする顔識別・照合方法。

【請求項 2】 画像変動の特徴は、撮影条件または撮影時期の異なる 2 つの画像の差画像の標本集合を複数用意し、各クラス毎に主成分分析を行って主成分と各主成分方向の標本分布の分散の大きさを求めることを特徴とする請求項 1 記載の顔識別・照合方法。

【請求項 3】 画像変動の特徴のクラスタの選択は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離を算出し、算出された距離が最も近いクラスを選択することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の顔識別・照合方法。

【請求項 4】 画像変動の特徴のクラスタの選択は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離と、入力された 2 枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出し、算出された 2 つの距離の和が最も小さいクラスを選択することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の顔識別・照合方法。

【請求項 5】 撮影条件または撮影時期の異なる 2 つの画像の差画像の標本集合を複数用意し、各クラス毎に主成分分析を行って主成分と各主成分方向の標本分布の分散の大きさを予め求めておき、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離を算出し、算出された距離により小さいクラスを少なくとも 1 つを選択し、前記 2 枚の顔画像からそれらのクラスを統合したクラスの画像変動の特徴の小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うことを特徴とする顔識別・照合方法。

【請求項 6】 クラスの選択は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離と入力された 2 枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出し、算出された 2 つの距離の和が予め定められた値より小さいクラスを 1 つまたは複数選択することを特徴とする請求項 5 記載の顔識別・照合方法。

【請求項 7】 撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を予め学習しておく、同一人物の画像集合 A と、別の撮影条件でとった同一人物の画像集合 B を入力し、画像集合 A に含まれる画像と画像集合 B に含まれる画像のすべての組み合わせで画像の差を求め、予め学習された画像変動の特徴と最も一致している前記画像か

ら前記画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うことを特徴とする顔識別・照合方法。

【請求項 8】 撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を分類されたクラス毎に予め学習する学習手段と、撮影条件または撮影時期の少なくとも 1 つが異なる 2 枚の顔画像の差からクラスを選択する特徴決定手段と、前記 2 枚の顔画像から選択されたクラスの画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求める特徴量算出手段と、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行う判定手段とを具備することを特徴とする顔識別・照合装置。

【請求項 9】 撮影条件または撮影時期の異なる 2 つの画像の差画像の標本集合を複数用意し、各クラス毎に主成分分析を行って主成分と各主成分方向の標本分布の分散の大きさを予め求める分布演算手段と、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離を算出する空間評価手段と、前記算出された距離により小さいクラスを少なくとも 1 つを選択する特徴決定手段と、前記 2 枚の顔画像からそれらのクラスを統合したクラスの画像変動の特徴の小さくなる特徴量をそれぞれ求める特徴量算出手段と、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行う判定手段とを具備することを特徴とする顔識別・照合装置。

【請求項 10】 撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を予め学習する学習手段と、同一人物の画像集合 A と、別の撮影条件でとった同一人物の画像集合 B を入力し、画像集合 A に含まれる画像と画像集合 B に含まれる画像のすべての組み合わせで画像の差を求め、予め学習された画像変動の特徴と最も一致している組み合わせを求める特徴決定手段と、前記組み合わせ画像から前記画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求める特徴量算出手段と、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行う判定手段とを具備することを特徴とする顔識別・照合装置。

【請求項 11】 コンピュータにより顔識別・照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を分類されたクラス毎に予め学習しておく、撮影条件または撮影時期の少なくとも 1 つが異なる 2 枚の顔画像の差からクラスを選択し、前記 2 枚の顔画像から選択されたクラスの画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うことを特徴とする顔識別・照合プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 12】 コンピュータにより顔識別・照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、撮影条件または撮影時期の異なる 2 つの画像の差画像の標本集合を複数用意し、各クラス毎に主成分分析を行って主成分と各主成分方向の標本分布の分散の大きさを予め求めてお

10

20

30

40

50

き、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離を算出し、算出された距離により小さいクラスを少なくとも 1 つを選択し、前記 2 枚の顔画像からそれらのクラスを統合したクラスの画像変動の特徴の小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うことを特徴とする顔識別・照合プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 13】 コンピュータにより顔識別・照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を予め学習しておき、同一人物の画像集合 A と、別の撮影条件でとった同一人物の画像集合 B を入力し、画像集合 A に含まれる画像と画像集合 B に含まれる画像のすべての組み合わせで画像の差を求め、予め学習された画像変動の特徴と最も一致している前記画像から前記画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うことを特徴とする顔識別・照合プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、比較する 2 つの顔画像が異なった撮影条件や異なった撮影時期に撮影されたものである場合でも安定した識別を実現する顔識別・照合方法及びその装置に関するものである。

$$\Sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i m_i^T \dots\dots\dots (1)$$

【0005】によって共分散行列 Σ を計算する。次に共分散行列の固有値 e_j と固有ベクトル λ_j を求める ($j = 1, \dots, M$) (M は固有値、固有ベクトルの数)。求められた固有値と固有ベクトルを用いて特徴抽

$$A = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} & & \\ & \ddots & \\ & & \frac{1}{\sqrt{\lambda_M}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_1^T \\ \vdots \\ e_M^T \end{pmatrix} (T: \text{転置}) \dots\dots\dots (2)$$

【0007】(数 2) において T は転置行列を表す記号である。判定ステップ 403 では、ステップ 402 で得られた特徴ベクトルのユークリッド距離を算出し、算出された距離が予め与えられた値 t_h より小さい場合入力された 2 つの画像を同一人物と判定する。このような照合を行うことにより、共分散行列 Σ によって表された画像の変動の特徴を特徴抽出関数 A を施すことによって抑制した後に照合を行うことが可能になり、撮影条件の変動に強い照合が可能になるというものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術は以下のような課題を有していた。すなわち、従来技術では、画像の変動の特徴を 1 つの共分散行列によってしか捉えておらず、変動の特徴を正確に記述するこ

【0002】

【従来の技術】撮影条件の異なる顔画像の識別の従来方法としては、撮影条件の違いによって生じる顔画像の変動の特徴を予め一つの学習セットから学習しておき、学習された変動の特徴を抑制しながら識別を行う方法が知られている。

【0003】以下この方法について特願平 9-79170 号に基づき、図 4 を使って説明する。図 4 で、401 は比較する 2 つの顔画像を入力する顔画像入力ステップ、402 は顔画像の特徴量を算出する特徴量算出ステップ、403 は顔画像の特徴量を比較し入力された顔画像が同一人物であるか否かを判定する判定ステップである。以下従来方法の動作について説明する。まず、ステップ 401 で比較する 2 つの顔画像 x 、 y が入力される。次にステップ 402 では顔画像 x 、 y に対し特徴抽出線形関数 A を施し、顔特徴ベクトル Ax 、 Ay が算出される。ここで特徴抽出線形関数 A は標本集合から学習される関数で例えば以下のようにして求められる。まず、2 つの異なる撮影条件で撮影された画像の組を複数用意し、各画像の組において 2 つの画像の差の画像を生成する。次に生成された差の画像 m_i ($i = 1, \dots, N$) を標本として (N は標本数)、次式 (数 1)

【0004】

【数 1】

出線形関数 A は次式 (数 2) によって定められる。

【0006】

【数 2】

とができず、多種多様な変動に対応することができないという課題を有していた。

【0009】本発明は、前記従来課題を解決するもので、共分散行列の固有値、固有ベクトルによって与えられた変動の特徴が入力された 2 つの画像間の変動を正確に表しているかどうかの尺度の算出法を与え、最適な変動の特徴、あるいは最適な入力画像の組を選択することを可能にすることにより、多種多様な変動に対して安定な顔識別・照合を実現するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために本発明は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各共分散行列 Σ_i の主成分によって張られる空間との距離を算出する振動空間評価手段と、入力された 2 枚の顔画

(4)

特開 2000-132675

5

像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出する摂動確率算出手段と、算出された 2 つの距離の和が最も小さいクラスを選択する摂動特徴決定手段を設けたものである。

【0011】これにより、2 つの顔画像が異なった撮影条件や異なった撮影時期に撮影されたものである場合でも安定した識別を実現することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発の明請求項 1 に記載の発明は、撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を分類されたクラス毎に予め学習しておき、撮影条件または撮影時期の少なくとも 1 つが異なる 2 枚の顔画像の差からクラスを選択し、前記 2 枚の顔画像から選択されたクラスの画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うようにしたもので、撮影条件の違いの特徴を複数のクラスにより捉え、識別時に最適なクラスを選択することにより、多種多様な撮影条件の違いに対応することが可能となるという作用を有する。

【0013】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の顔識別・照合方法において、画像変動の特徴は、撮影条件または撮影時期の異なる 2 つの画像の差画像の標本集合を複数用意し、各クラス毎に主成分分析を行って主成分と各主成分方向の標本分布の分散の大きさを求めるもので、撮影条件の違いの特徴を複数のクラスにより捉え、識別時に最適なクラスを選択することが可能になるという作用を有する。

【0014】請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の顔識別・照合方法において、画像変動の特徴のクラスタの選択は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離を算出し、算出された距離が最も近いクラスを選択するもので、識別時に最適なクラスを選択することにより、多種多様な撮影条件の違いに対応することが可能となるという作用を有する。

【0015】請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の顔識別・照合方法において、画像変動の特徴のクラスタの選択は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離と、入力された 2 枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出し、算出された 2 つの距離の和が最も小さいクラスを選択するもので、識別時に最適なクラスを選択することにより、多種多様な撮影条件の違いに対応することが可能となるという作用を有する。

【0016】請求項 5 に記載の発明は、撮影条件または撮影時期の異なる 2 つの画像の差画像の標本集合を複数用意し、各クラス毎に主成分分析を行って主成分と各主成分方向の標本分布の分散の大きさを予め求めておき、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離を算出し、算出された距離に

6

より小さいクラスを少なくとも 1 つを選択し、前記 2 枚の顔画像からそれらのクラスを統合したクラスの画像変動の特徴の小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うもので、撮影条件の違いの特徴を複数のクラスにより捉え、識別時に適当なクラスを 1 つまたは複数選択することにより、多種多様な撮影条件の違いに対応することが可能となるという作用を有する。

【0017】請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載の顔識別・照合方法において、クラスの選択は、入力された 2 枚の顔画像の差の画像と各クラスの主成分によって張られる空間との距離と入力された 2 枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出し、算出された 2 つの距離の和が予め定められた値より小さいクラスを 1 つまたは複数選択するもので、撮影条件の違いの特徴を複数のクラスにより捉え、識別時に適当なクラスを 1 つまたは複数選択することにより、多種多様な撮影条件の違いに対応することが可能となるという作用を有する。

【0018】請求項 7 に記載の発明は、撮影条件または撮影時期の違いによる画像変動の特徴を予め学習しておき、同一人物の画像集合 A と、別の撮影条件でとった同一人物の画像集合 B を入力し、画像集合 A に含まれる画像と画像集合 B に含まれる画像のすべての組み合わせで画像の差を求め、予め学習された画像変動の特徴と最も一致している前記画像から前記画像変動の特徴量が小さくなる特徴量をそれぞれ求め、前記 2 枚の顔画像の特徴量により顔識別・照合を行うもので、動画により顔画像を採取した場合などで、入力画像が複数枚存在する場合に識別・照合に最適な画像を自動的に選んで識別・照合の処理を行うことが可能になるという作用を有する。

【0019】以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

（実施の形態 1）図 1 は、本発明の実施の形態 1 における顔識別・照合装置をコンピュータシステム 113 で実現した構成図を示したものである。

【0020】図 1 において、100、101 は入力画像を取り込むビデオカメラ、102 はカメラ信号を A/D 変換する A/D 変換器、103 はカメラから入力された画像が格納される画像メモリ、104 は本装置の顔識別・照合アルゴリズムを実行するための CPU、105 は CPU 104 の処理の中間結果を格納するメモリ、106 は特徴ベクトル格納メモリ、107 は特徴ベクトル格納ディスク、108、109 はシステムの操作を行うためのキーボード・ディスプレイとそのインターフェース、110、111 は結果を出力する端子とインターフェース、112 はバス、114 はスキャナ、115、116 はスキャナ 114 からの画像を格納する画像メモリである。

【0021】以下、コンピュータシステム 113 によつ

(5)

特開2000-132675

7

8

て実現した顔識別・照合装置の動作について、図2のフローチャートを用いて説明する。201は顔画像入力ステップ、202は入力された2枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出する摂動確率算出ステップ、203は入力された2枚の顔画像の差の画像と各共分散行列 Σ_i の主成分によって張られる空間との距離を算出する摂動空間評価ステップ、204は算出された2つの距離の和をもとに適切な摂動特徴を決定する摂動特徴決定ステップ、205はステップ204で決定された摂動特徴を用いて特徴抽出関数を算出する特徴抽出関数算出ステップ、206はステップ205で算出された関数を用いて入力顔画像の特徴量を算出する特徴量算出ステップ、207はステップ206で算出された2つの特徴量の距離を算出しその値が予め定められた値 t_h より小さい場合に同一人物と判定する判定ステップである。

【0022】以下、これらの各ステップにおける動作を説明する。まず、ステップ201では、比較する2枚の画像がビデオカメラ101から入力され、A/D変換器

$$d1(x-y, \Sigma i) = \left| \left(\begin{array}{c} \frac{1}{\sqrt{\lambda_{i,1}}} \\ \vdots \\ \frac{1}{\sqrt{\lambda_{i,M}}} \end{array} \right)^T \left(\begin{array}{c} e_{i,1}^T \\ \vdots \\ e_{i,M}^T \end{array} \right) (x-y) \right| \dots\dots (3)$$

($|\cdot|$ はユークリッド距離、 T は転置)

【0025】(数3)において、 $|\cdot|$ はユークリッド距離、 T は転置を表している。ステップ203では、オフライン処理によって得られた共分散行列 Σ_i ($i=1, \dots, S$) 毎に、入力画像の差の画像 $x-y$ と、固有ベクトル $e_{i,j}$ ($i=1, \dots, S, j=$

102によりデジタル化された後、画像メモリ103に列ベクトルとして格納される。以下、画像メモリ103に格納された画像列ベクトルを x, y と表記する。なお、図1の構成では、1台のビデオカメラを使って2枚の画像を取り込むことになるが、2台のカメラを使ってそれぞれ1枚ずつ画像を取り込んでもよい。また、比較する画像の1つが証明証の写真である場合、カメラのいずれか1台の替りにスキャナ114を用いて顔画像をとりこんでもよい。

【0023】次に、ステップ202では、オフライン処理によって得られた共分散行列 Σ_i ($i=1, \dots, S$) 毎に、入力画像の差の画像 $x-y$ と原点0とのマハラノビス距離 $d1(x-y, \Sigma i)$ が、固有値 $\lambda_{i,j}$ と固有ベクトル $e_{i,j}$ ($i=1, \dots, S, j=1, \dots, M_i$)を用いて算出される。ここで関数 $d1$ は次式(数3)によって与えられる。

【0024】

【数3】

1, ..., M_i)によって張られる空間との距離 $d2(x-y, \Sigma i)$ を求める。ここで関数 $d2$ は次式(数4)によって与えられる。

【0026】

【数4】

$$d2(x-y, \Sigma i) = \left| (x-y) - \sum_{j=1}^N (e_{i,j}, x-y) e_{i,j} \right| \dots\dots\dots (4)$$

($|\cdot|$ はユークリッド距離、 (\cdot, \cdot) は内積)

【0027】(数4)において、 $|\cdot|$ はユークリッド距離、 (\cdot, \cdot) は内積を表している。ステップ204では、予め定められた値 t_h より、 $\mu \cdot d1(x-y, \Sigma i) + (1-\mu) \cdot d2(x-y, \Sigma i)$ の値が大きいクラス i を選択する。または、 $\mu \cdot d1(x-y, \Sigma i) + (1-\mu) \cdot d2(x-y, \Sigma i)$ が最も大きいクラスを1つのみ選択しても良い。なお、ここで μ はあらかじめ固定された0以上1以下の実数である。

【0028】ステップ205では、ステップ204で選択された共分散行列を混合した共分散行列 Σ_T を、選択された各共分散行列の固有ベクトル $e_{i,j}$ に対応するベクトル $\sqrt{\lambda_{T,j}} \cdot e_{i,j}$ を標本集合として生成し、その固有値 $\lambda_{T,j}$ と固有ベクトル $e_{T,j}$ ($j=1, \dots, M_T$) (M_T は固有値、固有ベクトルの数)を算出する。なお処理時間の短縮のため、選択され

るクラスのすべての可能性について予めオフラインで Σ_T の固有値と固有ベクトルを算出しておいても良い。

【0029】また、ステップ204でただ一つのクラス i が選択された場合は、 Σ_T として Σ_i が選ばれる。この場合、 Σ_T の固有値と固有ベクトルは Σ_i の固有値、固有ベクトルと一致し算出する必要はない。また、 Σ_T のかわりに顔特徴を表す共分散行列 Σ_F と Σ_T の混合共分散行列 $\lambda \Sigma_F + (1-\lambda) \Sigma_T$ を考え、その固有値と固有ベクトルを算出しステップ206に渡してもよい。ここで λ は予め適当に定められた0以上1以下の実数で、 Σ_F は顔画像のサンプル f_i を標本集合として次式(数5)により計算される共分散行列である。

【0030】

【数5】

(6)

特開2000-132675

$$\Sigma F = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_i - \bar{f})(f_i - \bar{f})^T \dots\dots\dots (5)$$

$$(\bar{f} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i)$$

【0031】ステップ206では、ステップ205で算出された固有値 $\lambda_{T,j}$ と固有ベクトル $e_{T,j}$ ($j = 1, \dots, MT$)を用いて次式(数6)により定められた特徴抽出関数 A_T を用いて、特徴量 $A_T(x)$ 、 A

$$A_T = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{\lambda_{T,1}}} & & \\ & \ddots & \\ & & \frac{1}{\sqrt{\lambda_{T,MT}}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_{T,1}^T \\ \vdots \\ e_{T,MT}^T \end{pmatrix} \dots\dots\dots (6)$$

【0033】ステップ207では、ステップ206で算出された特徴量の距離が予め定められた閾値 TH より大きい場合同一人物と判定する。

【0034】なお、各クラスの変動の特徴を表す共分散行列 Σ_i は、従来方法と同様に(数1)で定められ、その固有値と固有ベクトルは予め算出しておくものとする。

【0035】(実施の形態2)以下に、本発明の実施の形態2の顔照合装置について説明する。実施の形態2の構成は実施の形態1と同じく図1によって示される。実施の形態1と実施の形態2ではCPU104の動作が異なる。

【0036】以下、CPU104によって行われる動作について図3を用いて説明する。図3で、301は異なった撮影条件の顔画像を複数枚入力する顔画像入力ステップ、302は2枚の顔画像の差の画像とゼロベクトルとのマハラノビス距離を算出する摂動確率算出ステップ、303は入力された2枚の顔画像の差の画像とあらかじめ学習された共分散行列の主成分によって張られる空間との距離を算出する摂動空間評価ステップ、304は算出された2つの距離の和をもとに入力された複数枚の画像の中から識別に最適な画像の組を選択する最適入力画像決定ステップ、305はステップ304によって決定された画像の組に対して特徴量を算出する特徴量算出ステップ、305はステップ304で算出された特徴量をもとに入力画像の人物が同一人物であるか否かを判定する判定ステップである。

【0037】以下これらの各ステップにおける動作を説明する。まず、ステップ301では、撮影条件1の下で1枚または複数枚の顔画像がビデオカメラ101から入力され、A/D変換器102によりデジタル化された後、メモリ103に列ベクトルとして格納される。さらに撮影条件3の下で1枚または複数枚の顔画像がビデオカメラ101から入力され、A/D変換器102によりデジタル化された後、画像メモリ103に列ベクトル

$T(y)$ を算出する。

【0032】

【数6】

として格納される。以下、画像メモリ103に格納された画像列ベクトルを x_i, y_j ($i = 1, \dots, N_x, j = 1, \dots, N_y$) (N_x, N_y はそれぞれ撮影条件1, 2の下で獲得された画像列ベクトルの個数)と表記する。

【0038】なお、図1の構成では1台のカメラで撮影条件1, 2の画像群を入力することになるが、カメラ100、101を2台用意し、それぞれ撮影条件1, 2の画像群を入力するようにしてもよい。また、身分証の照合システムでは一方のカメラをスキャナ114にして身分証写真を取り込んでもよい。また、この場合一方の画像群に含まれる画像は、取り込まれた身分証写真のみの1枚となる。

【0039】ステップ302では、予め学習された変動特徴を表す共分散行列 Σ を用いて、各 x_i と y_j の組み合わせについて(数3)によって $d_1(x_i - y_j, \Sigma)$ の値を算出する。ステップ303では、各 x_i と y_j の組み合わせについて(数4)によって $d_2(x_i - y_j, \Sigma)$ の値を算出する。

【0040】ステップ304では、 $\mu \cdot d_1(x_i - y_j, \Sigma) + (1 - \mu) \cdot d_2(x_i - y_j, \Sigma)$ が最も大きい各 x_i と y_j の組み合わせを選択する。ステップ305では、ステップ304で選択された x_i と y_j に対して特徴抽出関数 A_T を施して特徴量を算出する。特徴抽出関数 A_T は、(数5)で定められる共分散行列 Σ_F と Σ の混合共分散行列 $\Sigma_T = \lambda \Sigma_F + (1 - \lambda) \Sigma$ を考え、その固有値と固有ベクトルを用いて(数5)により定められる。

【0041】ステップ306では、ステップ305で算出された特徴量の距離が予め定められた閾値 TH より大きい場合同一人物と判定する。

【0042】以上の様に、複数の種類の異なった変動の各々についてその特徴を共分散行列 Σ_i ($i = 1, \dots, S$) (S は変動の種類の数)によって表し、入力された2つ画像間の変動をどの共分散行列が最適に

20

30

40

50

表現できるかを判定することにより、多種多様な変動に対して安定した顔識別・照合を実現することができる。

【0043】また、複数の入力画像の組 (x_i, y_i) に対応する差ベクトル x_i - y_i のいずれが、あらかじめ学習された変動特徴に近いかを判定することにより、学習された変動特徴にもっとも適した入力画像を識別・照合時に選択することが可能になり、精度の高い顔識別・照合が可能になる。

【0044】

【発明の効果】以上のように、2つの画像間の変動を正確に表しているかどうかの尺度の算出法を与え、最適な変動の特徴、あるいは最適な入力画像の組を選択することを可能にすることにより、多種多様な変動に対して精度良く安定な顔識別・照合が実現できる。

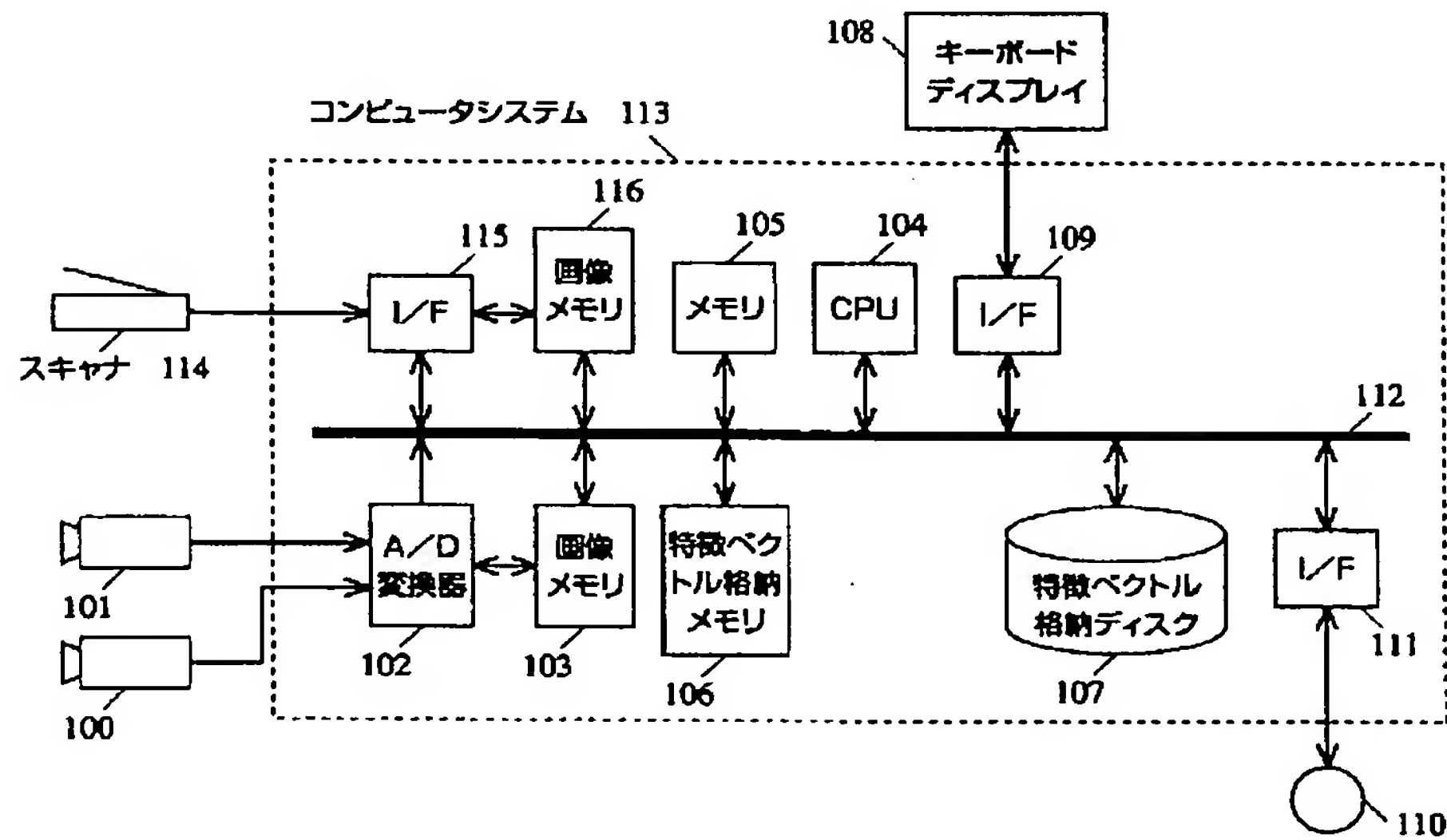
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における顔画像・照合装置の構成図

【図2】本発明の実施の形態1の動作フロー図

【図3】本発明の実施の形態2の動作フロー図

【図1】

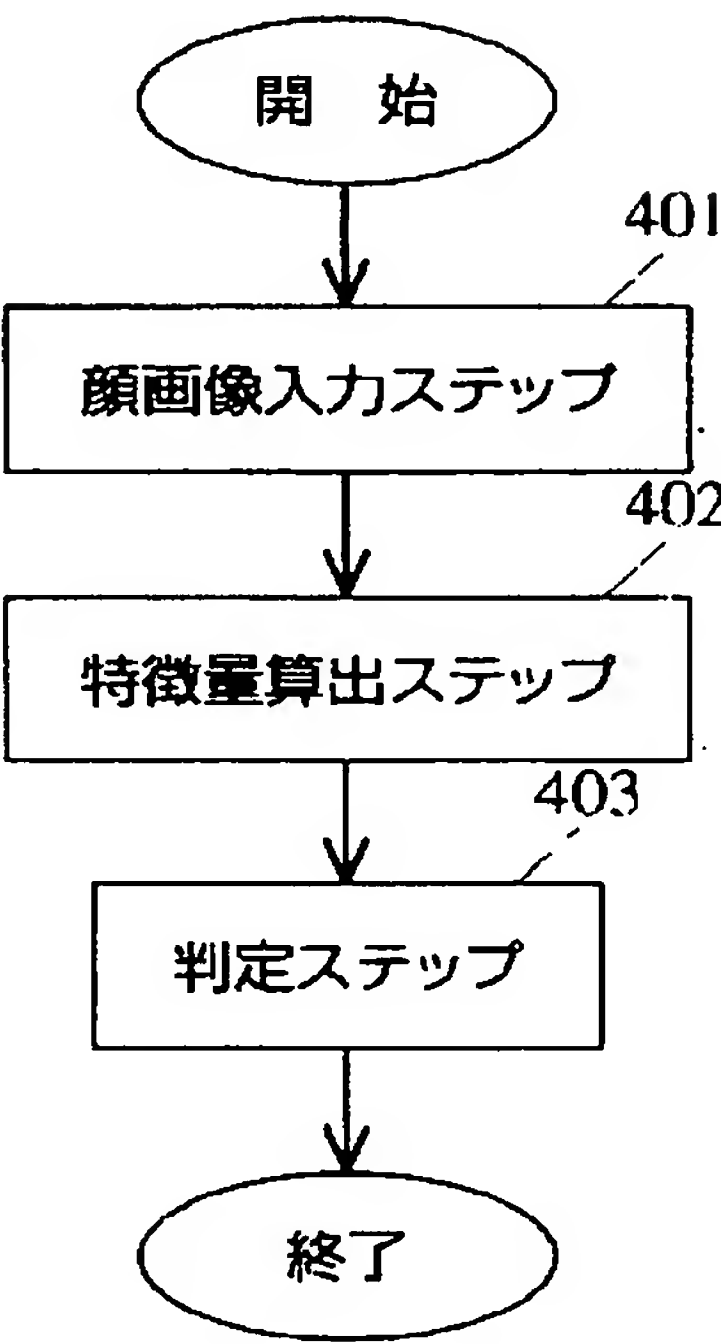


【図4】従来方法の顔パーツ検出方法を表すフロー図

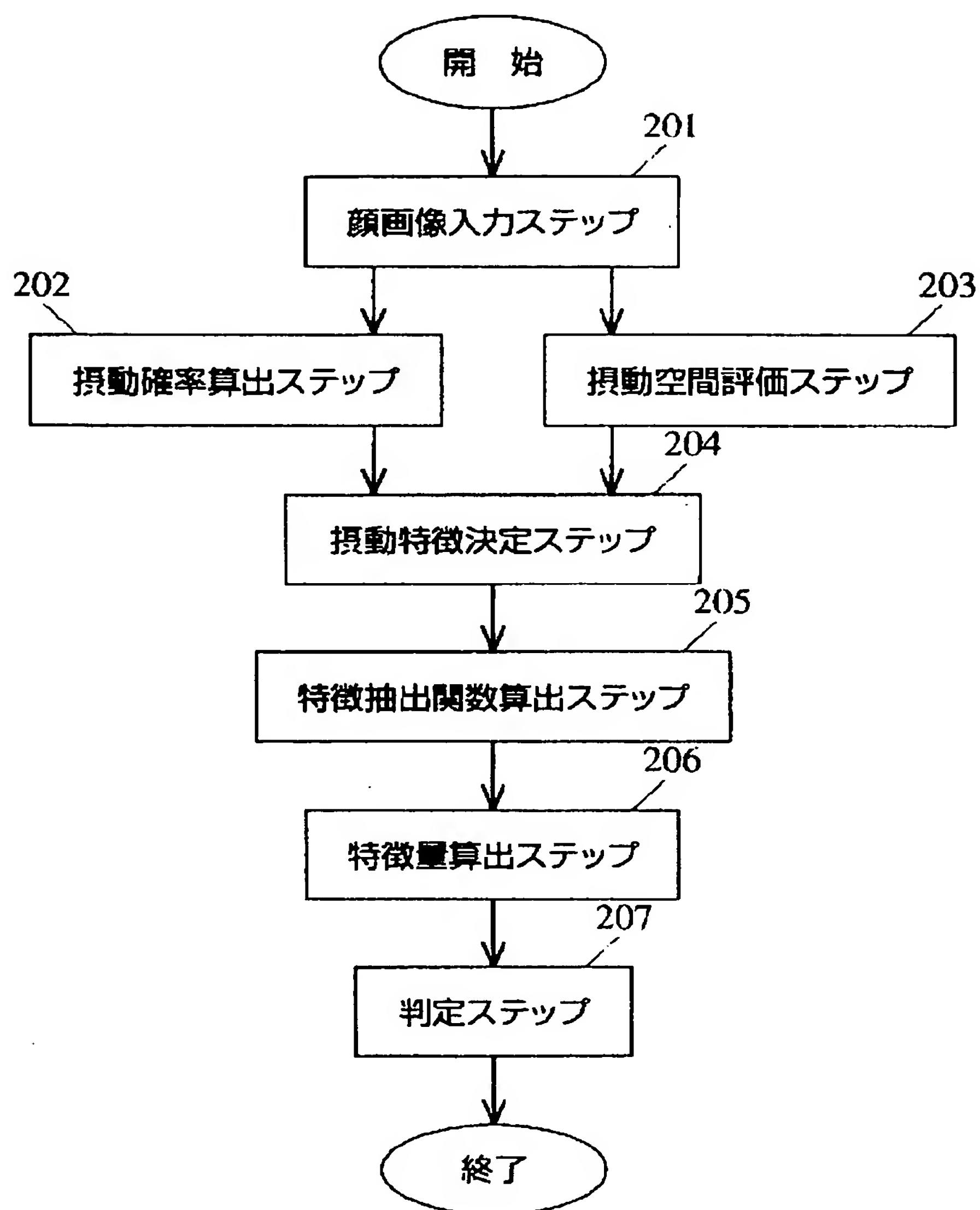
【符号の説明】

- 100, 101 ビデオカメラ
- 102 A/D変換器
- 103 画像メモリ
- 104 CPU
- 105 メモリ
- 106 特徴ベクトル格納メモリ
- 107 特徴ベクトル格納ディスク
- 108 キーボードディスプレイ
- 109 インターフェース
- 110 結果出力端子
- 111 インターフェース
- 112 バス
- 113 コンピュータシステム
- 114 スキャナ
- 115 インターフェース
- 116 画像メモリ

【図4】



【図2】



【図 3】

